

6.2. Средства обеспечения освоения дисциплины
Программы по расчету характеристик электрических машин для математического пакета МАТКАД [12].

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Специализированная лаборатория «Электрические машины», позволяющая выполнять лабораторные работы в соответствии с учебным планом.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Основной формой изучения дисциплины является самостоятельная работа студентов-заочников с рекомендованной литературой. Самостоятельная работа организуется и направляется настоящей рабочей программой, а также системой лекций, лабораторных занятий и курсовой работой.

Рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы:

- ознакомиться с содержанием главы учебника, стараясь в первую очередь понять принцип действия и конструкцию данной машины;
- уяснить методику математического описания процессов, освоить вывод уравнений, построение векторных диаграмм, понять характер изменения рабочих характеристик машин;
- кратко законспектировать материал главы, осветив соответствующий вопрос (вопросы) рабочей программы.

Подготовка краткого конспекта является обязательным условием успешного усвоения предмета.

Во время лабораторно-экзаменационных сессий в помощь студентам-заочникам читаются обзорные лекции.

Необходимо помнить, что в обзорных лекциях излагается не весь материал предмета, а лишь часть его, а именно, те вопросы, которые обычно слабо усваиваются студентами при самостоятельной работе.

**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОТКРЫТЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
МИНИСТЕРСТВА ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

17/10/6

Одобрено кафедрой
«Электротехника»

Утверждено
деканом факультета
«Управление процессами
перевозок»

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ЭЛЕКТРОПРИВОД

**Рабочая программа и общие методические указания
для студентов III курса**

специальностей

**210700 АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНИКА И СВЯЗЬ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ (АТС)**

101800 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ЭНС)



Москва – 2004

Рабочая программа по данной дисциплине разработана в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки дипломированного специалиста по направлению 657700 Системы обеспечения движения поездов, специальностей: 210700 Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте (АТС); 101800 Электроснабжение железных дорог (ЭНС).

С о с т а в и т е л и : канд. тех. наук, доц. В.В. Шумейко,
канд. тех. наук, доц. В.В. Орлов,
канд. тех. наук, доц. А.А. Дерябин.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ЭЛЕКТРОПРИВОД

Рабочая программа и общие методические указания

Редактор *В.К. Тихоньчева*
Компьютерная верстка *Ю.А. Варламова*

Тип. зак.	Изд. зак. 187	Тираж 1500 экз.
Подписано в печать 20.02.04	Гарнитура Times.	Офсет
Усл. печ. л. 0,75		Формат 60×90 ¹ / ₁₆

Издательский центр РГОТУПС,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Типография РГОТУПС, 125993, Москва, Часовая ул., 22/2

© Российский государственный открытый технический университет путей сообщения Министерства путей сообщения Российской Федерации, 2004

2. Б р у с к и н Д . Э . и д р . Электрические машины: В 2-х ч. Ч. 1. —М.: Высшая школа, 1987.

3. Б р у с к и н Д . Э . и д р . Электрические машины: В 2-х ч. Ч. 2. —М.: Высшая школа, 1987.

4. В и н о к у р о в В . А . , П о п о в Д . А . Электрические машины железнодорожного транспорта. —М.: Транспорт, 1986.

5. Ш у м е й к о В . В . , С е д о в В . И . Электрические машины. Задание на курсовую работу с методическими указаниями для студентов III курса специальности 210700 Автоматика телемеханика и связь на железнодорожном транспорте (АТС). —М.: РГОТУПС, 2001.

6. Ш у м е й к о В . В . , С е д о в В . И . Электрические машины и электропривод. Расчет маломощного трансформатора с воздушным охлаждением. Приложение к заданию на курсовую работу для студентов III курса специальности 210700 Автоматика телемеханика и связь на железнодорожном транспорте (АТС). —М.: РГОТУПС, 2002.

7. Ш у м е й к о В . В . Электрические машины. Задание на курсовую работу с методическими указаниями для студентов III курса специальностей: 180700 Электрический транспорт (железнодорожный транспорт) (ЭПС). —100400 Электроснабжение железнодорожного транспорта (ЭНС). —М.: РГОТУПС, 2000.

Дополнительная

8. Проектирование электрических машин. /Под ред. И.П. Копылова —М.: Энергия, 1980.

9. Т о к а р е в Б . Ф . Электрические машины. —М.: Энергоатомиздат, 1990.

10. Т и х о м и р о в П . М . Расчет трансформаторов. —М.: Энергоатомиздат, 1986.

11. Ч и т е ч я н В . И . Электрические машины. Сборник задач.—М.: Высшая школа, 1988.

12. Ш у м е й к о В . В . Решение задач по ТОЭ и электрическим машинам с применением пакета МАТКАД: Учеб. пос. —М.: РГОТУПС, 1999.

4.4. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Не предусмотрены.

5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

- а) Контрольная работа – не предусмотрена.
- б) Курсовая работа

Студентам специальности АТС требуется выполнить курсовую работу по заданию с методическими указаниями «Расчет маломощного трансформатора с воздушным охлаждением» [5], в котором изложена последовательность расчета и приведены все необходимые формулы. В приложении к заданию [6] приведены номинальные данные обмоточных проводов и данные стержневых и броневых магнитопроводов. По результатам расчета должен быть выполнен чертеж на бумаге формата А3 или А4 (можно на миллиметровой), содержащий две проекции рассчитанного трансформатора.

Студентам специальности ЭНС требуется выполнить курсовую работу по заданию с методическими указаниями [7]. Эта курсовая работа состоит из трех частей:

1. Расчет магнитной цепи машины постоянного тока.
2. Расчет характеристик трехфазного трансформатора.
3. Расчет характеристик трехфазного асинхронного двигателя.

Курсовая работа должна быть оформлена в виде расчетной записки, выполненной на листах бумаги формата А4, сброшюрованной и снабженной титульным листом. Эскизы, графики и диаграммы выполняются на миллиметровой бумаге также формата А4.

- в) Курсовой проект – не предусмотрен.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Рекомендуемая литература

Основная

1. К о п ы л о в И . П . Электрические машины. — М.: Высшая школа, 2002.

1. ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины состоит в формировании знаний теории, характеристик и конструктивного исполнения электро-механических (электрические машины) и электромагнитных (трансформаторы) преобразователей энергии, их применения на железнодорожном транспорте и в промышленности.

Электрические машины — основа электроэнергетики промышленности и железнодорожного транспорта, один из важнейших компонентов в устройствах подвижного состава железных дорог, в электроприводах оборудования предприятий железнодорожного транспорта и промышленности.

Дисциплина «Электрические машины и электропривод» является базовой дисциплиной для изучения специальных дисциплин специальностей: 210700 Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте; 101800 Электрооснащение железных дорог.

2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучив дисциплину, студент должен:

2.1. *Знать* устройство, теорию работы и характеристики электрических машин и трансформаторов, конструкцию, параметры и типы электрических машин различного назначения. *Уметь* с учетом характеристик, параметров и условий работы электрических машин и трансформаторов, применять и эксплуатировать их на тяговых подстанциях, в электроприводах и оборудовании устройств автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте.

2.2. *Иметь опыт* экспериментального определения характеристик электрических машин и трансформаторов, расчета двигателей и трансформаторов, выбора типа и мощности трансформаторов и двигателей в электроприводах и оборудовании устройств автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте, для оборудования тяговых подстанций и оборудования предприятий железнодорожного транспорта (депо, ремонтных заводов и других).

2.3. Иметь представление о направлениях совершенствования конструкции, технологии производства, а также эксплуатации и ремонта электрических машин.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Курс – III
Общая трудоемкость дисциплины	108	
Аудиторные занятия:	16	
Лекции	4	
Лабораторные работы	12	
Самостоятельная работа:	62	
Курсовая работа	30	
Вид итогового контроля		Зачет и экзамен

4. СОДЕЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции, час	Лабораторный практикум, час
1	Общие вопросы теории электрических машин	0,5	
2	Электрические машины постоянного тока	0,5	4
3	Трансформаторы	0,5	4
4	Вопросы теории электрических машин переменного тока	0,5	
5	Асинхронные машины	0,5	4
6	Синхронные машины	0,5	
7	Основы электропривода	1	

6.3. Теория рабочего процесса явнополюсной синхронной машины: метод двух реакций, разложение МДС якоря на продольную и поперечную составляющие, приведение МДС и токов к условиям возбуждения [3, с.95–101].

6.4. Характеристики синхронных генераторов при автономной работе, а именно, характеристика холостого хода, установившегося короткого замыкания, внешняя, регулировочная [3, с.102–106].

6.5. Параллельная работа синхронных генераторов: способы включения на параллельную работу с сетью, регулирование активной и реактивной нагрузки при параллельной работе [3, с.108–116].

6.6. Электромагнитный момент синхронной машины. Угловая характеристика синхронной машины при параллельной работе с сетью большой мощности. Статическая устойчивость синхронных машин [3, с.116–120].

6.7. Синхронный двигатель: векторные диаграммы, рабочие характеристики, способы пуска [3, с.126–141].

Раздел 7. Основы электропривода

7.1. Основные понятия электропривода. Структурная схема электропривода. Механические характеристики производственных механизмов.

7.2. Уравнение движения электропривода. Классификация режимов работы электроприводов. Выбор мощности и типа двигателей с учетом их режима работы.

4.3. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	2	Исследование двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением
2	3	Исследование трехфазного трансформатора
3	5	Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

асинхронного двигателя по Т-образной схеме замещения. Зависимость токов от скольжения [2, с.218–230].

5.3. Расчет механической мощности, полезной и подводенной мощности асинхронного двигателя. Коэффициент полезного действия асинхронного двигателя. Зависимость электромагнитного момента от скольжения, напряжения питающей сети, сопротивления цепи обмотки ротора [4, с.347–356].

5.4. Механическая характеристика асинхронного двигателя. Влияние вытеснения тока в обмотке ротора и насыщения магнитной цепи на величину пускового момента [4, с.365–369; 8, с.214–223].

5.5. Рабочие характеристики асинхронного двигателя и расчет их по Т-образной схеме замещения [12, с.20–23].

5.6. Пуск асинхронных двигателей: общая характеристика процесса пуска, способы пуска короткозамкнутых двигателей, пуск двигателей с фазным ротором, асинхронные короткозамкнутые двигатели с улучшенными пусковыми свойствами [4, с.363–369].

5.7. Регулирование угловой скорости асинхронных двигателей, общая характеристика и сравнение способов регулирования. Частотное управление асинхронными двигателями: особенности частотного управления, законы одновременного регулирования частоты и напряжения питания, способы реализации. Электрическое торможение асинхронного двигателя [4, с.369–397].

5.8. Однофазный асинхронный двигатель: принцип действия, характеристики, способы пуска [4, с.400–416].

Раздел 6. Синхронные машины

6.1. Принцип действия и устройство синхронных машин. Конструкция явнополюсных и неявнополюсных синхронных машин [3, с.69–87].

6.2. Работа синхронного генератора при холостом ходе и при нагрузке. Реакция якоря в неявнополюсной машине. Векторная диаграмма неявнополюсного синхронного генератора при симметричной смешанной нагрузке [3, с.87–97].

4.2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Общие вопросы теории электрических машин

1.1. Классификация электрических машин, основные конструктивные исполнения. Принцип действия электрических машин. Электромеханическое преобразование энергии [1, с.3–32].

1.2. Магнитное поле электрических машин. Расчет магнитной цепи явнополюсных и неявнополюсных электрических машин [1, с.52–63; 2, с.191–201].

1.3. Потери энергии в электрических машинах. Коэффициент полезного действия электрических машин и зависимость его от нагрузки [1, с.106–110].

1.4. Нагревание и охлаждение электрических машин. Стандартные номинальные режимы работы. Номинальные технические данные электрических машин [1, с. 110–119; 2, с.12–15].

Раздел 2. Электрические машины постоянного тока

2.1. Принцип действия и устройство машин постоянного тока. Достоинства и недостатки и области их применения. Назначение и свойства коллектора машины постоянного тока, как универсального механического преобразователя тока [3, с.195–208].

2.2. Реакция якоря машины постоянного тока: искажение кривой распределения магнитной индукции при нагрузке, уменьшение магнитного потока и ЭДС из-за насыщения отдельных участков магнитной цепи [3, с.216–220].

2.3. Основные электромагнитные соотношения в машинах постоянного тока: электродвижущая сила обмотки якоря, электромагнитный момент [3, с.203–208].

2.4. Якорные обмотки машин постоянного тока: устройство, принцип образования, основные расчетные соотношения [1, с.495–500].

2.5. Коммутация в машинах постоянного тока: сущность процесса коммутации, природа щеточного контакта. Общая характеристика причин искрения под щетками. Оценка степени искрения и настройка дополнительных полюсов [1, с.511–523].

2.6. Характеристики генераторов с независимым, параллельным, последовательным и смешанным возбуждением. Процесс и условия самовозбуждения генераторов постоянного тока [3, с.251–270].

2.7. Электромеханические (токовые и механические) характеристики электродвигателей постоянного тока с параллельным возбуждением и их расчет. Электромеханические (токовые и механические) характеристики электродвигателей постоянного тока с последовательным возбуждением и их расчет [3, с.270–281].

2.8. Управление двигателями постоянного тока: пуск в ход и изменение направления вращения (реверсирование) двигателей. Торможение электродвигателей постоянного тока. Виды электрического торможения и их характерные особенности. Способы регулирования угловой скорости двигателей постоянного тока, их сравнительная оценка [3, с.277–299].

Раздел 3. Трансформаторы

3.1. Назначение, принцип действия и устройство трансформаторов. Классификация трансформаторов по назначению, числу фаз, способу охлаждения. Номинальные величины [2, с.35–55].

3.2. Теория рабочего процесса трансформатора, уравнение магнитодвижущих сил, уравнение электрического состояния обмоток [2, с.62–75].

3.3. Приведение параметров вторичной обмотки трансформатора к числу витков первичной. Векторная диаграмма и T-образная схема замещения трансформатора [2, с.71–77].

3.4. Упрощенная схема замещения и соответствующая ей векторная диаграмма. Напряжение короткого замыкания. Внешняя характеристика трансформатора [2, с.74–84].

3.5. Активные сопротивления и индуктивные сопротивления рассеяния трансформаторов, и их расчет. Активная и реактивная составляющие напряжения короткого замыкания трансформатора [2, с.74–79].

3.6. Определение параметров схемы замещения трансформатора из опытов холостого хода и короткого замыкания [2, с. 76-79].

3.7. Потери мощности в трансформаторе, коэффициент полезного действия и его зависимость от тока нагрузки [2, с.86–89].

3.8. Магнитные системы трехфазных трансформаторов, их особенности и области применения. Схемы и группы соединения трехфазных трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов: условия включения, распределение нагрузки [2, с.90–102].

3.9. Регулирование напряжения трансформаторов: способы регулирования, способы переключения ответвлений [2, с.110–117].

3.10. Автотрансформаторы и области их применения [2, с.102–106].

3.11. Измерительные трансформаторы: назначение, схемы включения, особенности эксплуатации. Специальные типы трансформаторов: сварочные трансформаторы, преобразовательные трансформаторы. [2, с.137–157]

Раздел 4. Вопросы теории электрических машин переменного тока

4.1. Основные типы электрических машин переменного тока, конструктивные схемы, устройство и принцип действия. Вращающееся магнитное поле многофазной обмотки переменного тока: принцип образования, основные свойства [2, с.158–162].

4.2. Основные принципы выполнения многофазных обмоток переменного тока. Схемы обмоток. Магнитодвижущие силы обмоток переменного тока [2, с.164–184].

Раздел 5. Асинхронные машины

5.1. Устройство, принцип действия, классификация асинхронных машин, области применения. Теория рабочего процесса асинхронной машины: уравнение магнитодвижущих сил, уравнения электрического состояния обмоток статора и ротора, составленные на основе второго закона Кирхгофа [2, с. 209–225].

5.2. Приведение рабочего процесса асинхронной машины к рабочему процессу трансформатора, T-образная схема замещения, векторная диаграмма. Расчет токов статора и ротора